

SZEMKAMERÁS VIZSGÁLATOK A PEDAGÓGIAI KUTATÁSBAN

SZEMKAMERÁS VIZSGÁLATOK A PEDAGÓGIAI KUTATÁSBAN



SZEMKAMERÁS V A PEDAGÓGIAI KU

Tanulmánykö

SZEMKAMERÁS VIZSGÁLATOK A PEDAGÓGIAI KUTATÁSBAN

Tanulmánykötet

Szerkesztette:
Steklács János

Kaposvár, 2019

A tanulmánykötet elkészülését az NKFI K124839 pályázat támogatta.

A kötet szerzői:

Babutsán Rita, Bóna Judit, Buzás Zsuzsa, Csíkos Csaba, Devosa Iván, Gál-Szabó Zsófia,
Gonda Zsuzsa, Kékes Szabó Marietta, Korom Erzsébet, Kránczné Szabó Ágnes,
Maródi Ágnes, Steklács János, Thékes István, Vígh-Kiss Erika

Szerkesztő: Steklács János

Olvasószerkesztő: Gombos Luca

Műszaki szerkesztő: Vida Viktor

Lektor: Józsa Krisztián egyetemi tanár

© A szerzők, 2019

© A szerkesztő, 2019

Minden jog fenntartva.

Kiadja a Kaposvári Egyetem Pedagógiai Kara

Kaposvár, Guba Sándor utca 40.

Felelős kiadó: Podráczky Judit, dékán

ISBN 978-615-5599-66-8 (print)

ISBN 978-615-5599-67-5 (pdf)

Nyomtatta:

Xdekor Kft. Kaposvár

Felelős vezető: Kurucz Krisztián

TARTALOMJEGYZÉK

Bevezetés	1
<i>Steklács János: A szemkamerás vizsgálati módszer lehetőségei a pedagógiai szempontú kutatásokban</i>	5
<i>Gál-Szabó Zsófia, Steklács János, Korom Erzsébet: Feladatmegoldó viselkedés és kombinatív stratégiák felsoroló kombinatív probléma megoldása során</i>	25
<i>Gonda Zsuzsa, Steklács János: Digitális szövegek olvasási folyamatának vizsgálata szemmozgáskövetéssel</i>	51
<i>Szabó Ágnes, Bóna Judit, Babutsán Rita, Steklács János: Hallássérült tanulók jelnyelvi szövegértésének szemkamerás vizsgálata</i>	69
<i>Thékes István: Egy angol kifejezések ismeretét mérő teszt validálási eljárása szemmozgásvizsgálattal</i>	85
<i>Csikós Csaba, Steklács János: Egy tízéves tanuló szemmozgásos vizsgálattal feltárt problémamegoldási folyamatának fázisai</i>	99
<i>Vígh-Kiss Erika Rozália, Csikós Csaba, Steklács János: Negyedik osztályos tanulók szorzási stratégiáinak vizsgálata szemkamerás módszerrel</i>	119
<i>Buzás Zsuzsa, Steklács János: A kottaolvasási képesség szemkamerás vizsgálata felső tagozatos tanulók körében</i>	133
<i>Kékes Szabó Marietta, Steklács János: A tárgyi világ észlelésének szemkamerás vizsgálata autizmussal élő és tipikus fejlődésű gyermekek körében</i>	149
<i>Devosa Iván, Maródi Ágnes, Steklács János: A NeuroSky Mindwave mobileszköz alkalmazása a szemmozgáskövetéses kutatások során, a tanulók mentális terhelésének vizsgálatára</i>	173
Eye-tracking Examinations in Educational Research	187
A kötet szerzői	197

Feladatmegoldó viselkedés és kombinatív stratégiák felsoroló kombinatív probléma megoldása során

Gál-Szabó Zsófia, Steklács János, Korom Erzsébet

A gondolkodás összetevőivel, a gondolkodási képességek természetével kapcsolatos vizsgálatok számos pedagógiai kutatás központi elemei. Jelen kutatás a gondolkodási képesség egyik összetevőjével (Nagy, 2000), a kombinatív gondolkodással foglalkozik. Ez a képesség teszi lehetővé a megadott elemekből meghatározott feltételek szerint rendezett egységek létrehozását (Adey és Csapó, 2012). A képesség feltárására kidolgozott mérőeszközök (Csapó, 2001; Hajdúné, 2004; Nagy, 2004; Zentai, Hajdúné és Józsa, 2018) meghatározott kombinatív műveletek kapcsán megadott elemekből, a művelet feltételeinek megfelelő összes lehetséges összeállítás megadását kéri a tanulóktól. Az eddigi hazai vizsgálatok (ld. pl. Csapó, 2001; Csapó és Pásztor, 2015; Hajdúné, 2004; Nagy, 2004; Pap-Szigeti, 2009; Szabó, Korom és Pásztor, 2015) a kombinatív gondolkodás, illetve műveleteinek fejlettségével foglalkoztak, azonban nem részletezték, hogy a tanulók által létrehozott összeállítások felsorolása milyen rendező elv (stratégia) mentén történik, illetve nem vizsgálták részletesen a tanulók feladatmegoldó viselkedését a tesztfeladatok megoldása során. Ezért kutatási programunk célja többek között a feladatmegoldó viselkedés és a kombinatív stratégiák vizsgálata általános iskolások körében. A kutatás első fázisában a feladatmegoldó viselkedés megismerése és a további vizsgálatok előkészítése érdekében szemmozgásvizsgálatot végeztünk. Jelen tanulmányban a téma elméleti hátterének rövid bemutatását követően ennek a vizsgálatnak a módszereit és eredményeit ismertetjük.

Elméleti háttér, kutatási előzmények

A kombinatorikával, kombinatív gondolkodással kapcsolatos hazai és nemzetközi kutatásokban kétféle megközelítésben találkozhatunk a témával, egyrészt a matematikához, másrészt a gondolkodás összetevőit feltáró pedagógiai, pszichológiai kutatásokhoz kapcsolódva. A nemzetközi munkák matematikai kontextusban, a matematikatanítás vonatkozásában foglalkoznak a terület tanításával (ld. pl. Abramovich és Pieper, 1996; DeTemple és Webb, 2014; Kapur, 1970; Lockwood, 2013), a kombinatorikus problémák kapcsán felmerülő nehézségekkel (ld. pl. Batanero, Godino és Navarra-Pelayo, 1997; Harar és Hadass, 1981), a feladatokon elért teljesítménnyel (ld. pl. Fishbein és Grosman, 1997; Mwamwenda, 1999; Poddiakov, 2011) vagy a stratégiahasználattal (ld. pl. English, 1991, 1993; Halani, 2012; Lockwood, 2013; Melusova és Vidermanova, 2015). A hazai kutatásokban szintén jelen van a matematika tanításához, tanulásához kötődő megközelítés. Erre utal a matematikai tudás diagnosztikus értékelésében a kombinatorika mint értékelendő terület kiemelése (l. Csíkos és mtsai., 2015), a terület nehézségének és taníthatóságának kérdései, illetve a kombinatív feladatokon nyújtott teljesítmény és stratégia vizsgálata tanító szakos hallgatók körében (Szitányi és Csíkos, 2015), valamint a stratégiahasználat vizsgálata számolási (hány megoldása van a feladatnak) problémák kapcsán (Kosztolányi, Pintér, Bagota és Dancs, 2016). Továbbá örömteli, hogy kutatói körökön túl, pedagógusoknak szóló módszertani anyagban is találkozunk a terület fontosságának hangsúlyozásával (ld. pl. Csíkos, 2018).

Mindezek mellett hazánkban megjelenik a terület pedagógiai megközelítése is, melyben a kombinatív gondolkodás mint a gondolkodási képesség egyik összetevője, egy meghatározott műveletekből álló elméleti konstruktum jelenik meg. A kombinatív gondolkodás leírására két elméleti modell létezik, a Csapó Benő-féle nyolc műveletből álló modell (1988), valamint a Nagy József nevéhez köthető négy készségből és tizenhat részkészségből álló elemi kombinatív képesség (2004).

A képesség mérésére létrehozott tesztek (ld. Csapó, 2001; Hajdúné, 2004; Nagy, 2004; Zentai, Hajdúné és Józsa, 2018) feladatait analógnak tekinthetjük a kombinatív problémák négy kategóriájának (ld. Batanero, Godino és Navarra-Pelayo, 1997) egyikével, a felsoroló kombinatív problémákkal. A feladatokban ugyanis megadott elemkészletből kell megadni (felsorolni) az összes lehetséges, egymástól különböző, a feladat feltételeinek megfelelő ösz-

széállítást. Az ilyen feladatok megoldásában, így a kombinatív gondolkodás mérése során is, két dimenziót különböztethetünk meg (Csapó, 2003 nyomán): a megoldás helyességét, a helyes és helytelen vagy felesleges megoldások arányát mutató mennyiségi, valamint a műveletvégzés minőségével, a gondolkodás stratégiájával összefüggő minőségi dimenziót. Utóbbit, a felsorolás rendszerét English (1991) nyomán kombinatív stratégiának nevezzük.

A kombinatív stratégiákhoz köthető vizsgálatok Piaget értelmi fejlődéssel kapcsolatos elméletéig (ld. pl. Inhelder és Piaget, 1967; Piaget, 1970, 1997; Piaget és Inhelder, 2004) nyúlnak vissza. Ennek értelmében az egyes fejlődési szinteket eltérő gondolkodási, feladatmegoldási stratégiák jellemzik. A fejlődés során a műveletek előtti szintet a véletlen próbálkozás jellemzi, amit a konkrét műveleti szinten a rendszerben való gondolkodás megjelenése követ, végül a formális műveleti szinten alakul ki a tökéletes megoldáshoz vezető, szisztematikus megoldáskeresés. Piaget vizsgálataival összhangban English (1991, 1993) felsoroló problémák megoldása során, Descartes-féle sorozatok művelettípus esetében a véletlen elemválasztástól a szisztematikus mintázatú elemválasztásig hatféle, egyre kifinomultabb stratégiát azonosított (véletlen választás, próbálgatás, megjelenő mintázat, teljes ciklikus mintázat, odométer mintázat, teljes odométer mintázat). A legfejlettebb, „odométer” stratégiákat használók az egyik elem fixen tartása mellett szisztematikusan megkeresik a hozzá tartozó összes lehetőséget, majd ezt ismétlik. English szerint nemcsak az általa legfejlettebbnek tartott teljes odométer stratégia vezet a tökéletes megoldáshoz, azonban ezt tartja a leghatékonyabb megoldási útnak. Halani (2012) és Lockwood (2013) szintén felsoroló problémák, azonban más művelettípusok esetében foglalkoztak a megoldási utak hatékonyságával, és arra a következtetésre jutottak, hogy a vizsgált kombinatív műveletek esetében több hatékony megoldási út létezik, amelyekben az algoritmus jelenléte a közös.

Papíralapú tesztekkel több száz fős mintán jelentős humánerőforrást emészthet föl a kombinatív stratégiák közvetlen mérésére irányuló kutatói szándék, hiszen minden kísérleti személy minden feladata esetén külön kellene vizsgálni és meghatározni az alkalmazott stratégiákat. Ezért felmerül a technológia alapú mérési-értékelési rendszerek (pl. Molnár és Csapó, 2013; Molnár, 2015) adta lehetőségek kihasználása, és a megoldások algoritmus alapján történő kategorizálása, azonban a sokféle felsorolási lehetőség és az egyéb nehezítő tényezők következtében a módszer kidolgozása jelentős előkészítést igényel. Hogy a problémák közül csak egyet említsünk, Csapó (1988, 2003) felveti a tanulók által felsorolt megoldások kódolását, és az így

kialakult számsor alapján a felsorolás rendszerének vizsgálatát. Azonban nem lehetünk biztosak abban, hogy a tanulók a megoldásaikat a valóságban is olyan sorrendben hozták létre, ahogy az a feladatlapon vagy a számítógépes adatbázisban látható. A leírtak alapján a stratégiák algoritmus alapján történő azonosításához elengedhetetlennek tartjuk a részletekre kiterjedő, alapos előkészítő vizsgálatokat.

A szemmozgásvizsgálatban rejlő lehetőségek használatát alkalmasnak tartjuk a kombinatív stratégiahasználat és a feladatmegoldó viselkedés részletes megismeréséhez, a területet érintő további vizsgálatok megalapozásához és előkészítéséhez. Ismerünk a témához részben kapcsolódó, szemmozgáson alapuló módszereket alkalmazó kutatásokat. Ilyen többek között a stratégiák vizsgálata matematikai feladatok megoldásában (Vígh-Kiss, Csikos és Steklács, 2013; Vígh-Kiss, 2015), valamint a feladatmegoldási folyamat és a stratégia elemzése a vizuális kommunikációban (ld. pl. Simon, Steklács és Kárpáti, 2014). Azonban nem tudunk olyan hazai kutatásról, amely általános gondolkodási képességhez köthető feladatok kapcsán alkalmazná a szemmozgásvizsgálat módszerét.

A kutatás célja, körülményei és módszerei

Kutatás célja, kutatási kérdések és feltételezések

Kutatásunk célkitűzése a kombinatív stratégiahasználat feltárására irányuló későbbi vizsgálataink előkészítése, amely érdekében célunk (1) a feladatmegoldása során alkalmazott stratégiák azonosítása, valamint (2) a feladatmegoldó viselkedés megismerése egy felsoroló kombinatív probléma megoldása során. A szemmozgásvizsgálattal olyan részletek feltárásának látjuk lehetőségét, amelyek más módszerekkel elemezve nehézségekbe ütköznének, illetve lehetetlenek volnának.

A célkitűzéssel összhangban, előkészítő vizsgálat lévén többségében kutatási kérdéseket fogalmaztunk meg a tanulók feladatmegoldó viselkedésének megismerése érdekében. Azonban a szakirodalmi előzmények és saját tapasztalataink alapján néhány esetben hipotézisek felállítása is lehetőség nyílt. A kutatás során adatainkat kétféle módon elemezzük (ld. Adatok és

eljárások fejezet), amelyekkel kapcsolatban külön fogalmaztunk meg kérdéseket, feltételezéseket.

Az első adatelemzésben a következő kérdésekre kerestük a választ: 1) Azonosíthatók-e az English (1991, 1993) által meghatározott stratégiák, és amennyiben igen, milyen stratégiahasználat jellemzi a tanulókat? 2) Milyen mintázat (ábrák kitöltésének rendszere) alapján adják meg a tanulók a válaszaikat? 3) A feladat képernyőoldalára belépve mit csinálnak először a tanulók, és ez hogyan alakul a teljesítmény alapján képzett részmintákban? 4) Milyen mértékben olvassák el a feladat instrukcióját a tanulók, és jelentkeznek-e ebben különbségek a teljesítmény alapján képzett részmintákban? 5) Milyen mértékben tekintik át a tanulók az elkészített összeállításukat a feladat megoldása közben és végén? Tapasztalható-e ezekben különbség a teljesítmény alapján képzett részmintákban? 6) Milyen arányban jellemző a vizsgálatban résztvevőkre a megoldásaik módosítása, és hogyan alakul a módosítások eredményessége a teljesítmény alapján képzett részmintákban?

A második adatelemzés kapcsán a következőket vizsgáljuk: 1) Hogyan alakul a meghatározott területekre eső összes fixációs idő, a fixációk és a visszatérések száma a teljesítmény, illetve a stratégiák alapján képzett részmintákban? 2) Milyen jellegzetességek mutatkoznak a válaszadással összefüggő területekre eső fixációk és a visszatérések számában három-három tipikus esetet reprezentáló tanulónál a felrakási mintázat, a stratégiahasználat és a megoldások jóságában mutatkozó különbségek esetén?

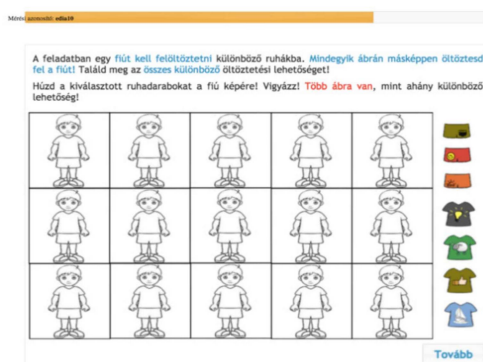
A várható eredmények kapcsán a következőket feltételeztük (az első három az első, míg a továbbiakat mindkét adatelemzéssel összefüggésben):

- H1 Változatos stratégiahasználat jellemzi a vizsgálatban résztvevőket.
- H2 Változatos kitöltési mintázatok tapasztalhatók az ábrák kitöltése során.
- H3 A hatékonyabb stratégiák jobb megoldást eredményeznek, és a jobban teljesítők esetében jellemzőbb valamilyen következetes rendszer az összeállítások felsorolásában.
- H4 A megoldások alaposabb áttekintése és a válaszadó terület esetében több fixáció jellemzi a jobb teljesítményt kezdetlegesebb stratégiával elérőket.
- H5 Kevesebb áttekintés és a válaszadó terület esetében kevesebb fixáció jellemzi a jobb teljesítményt hatékonyabb stratégiával elérőket.
- H6 Kevesebb áttekintés és a válaszadó terület esetében kevesebb fixáció tapasztalható a leggyengébben teljesítő tanulók esetében.

Minta, mérőeszköz, adatfelvétel

A vizsgálatban egy megyei jogú város általános iskolájának két 3. évfolyamos osztálya vett részt. Az első adatelemzést a teljes mintán ($N = 48$; átlagéletkor = 9,10; szórás = 0,48), míg a másodikat egy szűkített mintán ($N = 30$; átlagéletkor = 9,08; szórás = 0,45) végeztük. Utóbbi esetben technikai okok miatt kellett kizárni a tanulók egy részét (a feladatmegoldás során egy véletlen egérmozgatás következtében elmozdult a képernyőn a feladat képe, illetve a nyert adat mennyisége alacsony volt.)

A vizsgálatához a Csapó-féle kombinatív teszt (Csapó, 2001, 2003) digitalizált változatának (Csapó és Pásztor, 2015) egyetlen képi feladatát használtunk. A feladat a Descartes-féle sorozatok művelettípus-értékelését teszi lehetővé, melyben egy fiút kell felöltöztetni (válaszadó terület) a megadott elemkészletből (3 nadrág és 4 póló) az összes lehetséges módon (1. ábra). A mérőeszköz az azonosító oldalt követően egy rövid instrukciót, majd egy próbafeladatot tartalmazott, ezek után oldhatták meg a tanulók magát a mérőfeladatot, végül a záró képernyőoldalon megmutattuk a feladaton elért eredményüket.



1. ábra: Az adatfelvétel során használt feladat

Az adatfelvétel 2016 októberében valósult meg egyéni vizsgálat keretében Tobii T120-as szemmozgásvizsgáló műszerrel és Tobii Studio szoftver alkalmazásával, illetve a Clearview fixációs szűrő beállításával. A feladatot az eDia online mérésértékelési rendszeren (Molnár és Csapó, 2013; Molnár, 2015) közvetítettük ki. A vizsgálatot ugyanaz a személy vezette az összes tanuló esetében, azonban a műszer kalibrálása és a teszt elindítása után a ta-

nulók már önállóan dolgoztak. A feladatmegoldásról videófelvételt is készítettünk.

Adatok és eljárások

Az online adatfelvételnek köszönhetően a feladaton elért eredmények kiértékelése automatikusan történt. A tanulók teljesítményét az úgynevezett j-indexel (Csapó, 1988) jellemezzük, amely a feladat feltételeinek megfelelő helyes, valamint a feladat feltételeinek nem megfelelő helytelen és helyes, de már szereplő megoldásokat viszonyítja az összes lehetséges megoldáshoz. A mutató 0 és 1 közötti értéket vehet föl, melyet százalékra átszámítva használunk a tanulók teljesítményének leírására.

A feladatmegoldó viselkedés jellemzése érdekében az adatokat kétféle módszerrel elemeztük. Az első esetben a videóelemzésből származó adatokkal, míg a másodikban a szemmozgásvizsgáló műszer által mért adatokkal dolgoztunk. A szemmozgásvizsgáló műszer lehetővé tette a számítógépen végzett feladatmegoldó tevékenység (mikor, mit és hova húzott a tanuló) és a szem mozgásának videófelvételen való rögzítését. Az adatok kvantitatív elemzése érdekében meghatározott szempontrendszer alapján videóelemzést végeztünk. A szempontrendszer kialakításához először egy részmintán elővizsgálatot alkalmaztunk, amelynek tapasztalatai alapján meghatároztuk a videóelemzés során értékelésre kerülő változókat és azok lehetséges értékeit. Ezt követően a szempontrendszer finomítása és véglegesítése érdekében ismét áttekintettük a videókat. Végül megvalósult maga a videóelemzés, amely során a felvételek többszöri áttekintése mellett 7 kategórián belül 19 szempont (változó) mentén értékeltük a tanulók feladatmegoldó viselkedését. A változók, néhány kivételt leszámítva, 3-5 lehetséges értéket vehettek föl. Jelen tanulmányban az értékelt szempontok közül a következő 11 változóval kapcsolatban számolunk be eredményekről (a változó leírása után a változó lehetséges értékei szerepelnek):

1. Stratégiahasználat: English (1991, 1993) vizsgálataiból kiindulva egy érzékenyebb skálát hoztunk létre, 14 stratégiakategóriát definiáltunk (részletesen ld. az eredmények résznél)
2. Mintázat, oszlop/sor (mintázat alatt azt a „sorrendet” értjük, amelyben a tanuló a válaszadó területen lévő ábrákra behúzta a megoldásait): jellemzően oszloponként/soronként lettek megadva a megoldások, vagy nincs jellemző irányultság (vegyes)

3. Mintázat, jobbról/balról: jellemzően jobbról balra/balról jobbra lettek megadva a megoldások, vagy nincs jellemző irányultság (vegyes)
4. Mintázat, fentről/lentről: jellemzően fentről lefelé/lentről fölfelé lettek megadva a megoldások, vagy nincs jellemző irányultság (vegyes)
5. Mintázat, következetesség: teljesen következetes mintázat (tiszt), minimális eltérés a jellemző mintázattól, lényeges eltérés a jellemző mintázattól (vegyes)
6. Első lépés (a feladat képernyőoldalára való belépéskor): szöveg olvasása, feladat áttekintése, feladathoz való hozzákezdés
7. Szöveg elolvasása első nekifutásra: végigolvasás, részben elolvasás, belepillantás, szöveg figyelmen kívül hagyása
8. Áttekintés közben (megoldások áttekintése a feladatvégzés közben): folyamatos és alapos áttekintés, közepes mennyiségű áttekintés, minimális áttekintés, nincs áttekintés
9. Áttekintés a végén (megoldások áttekintése a feladatvégzés befejezése után): alapos áttekintés, megoldások átfutása, minimális áttekintés, nincs áttekintés
10. Javítás ténye: előfordult vagy nem fordul elő, hogy egy megoldás legalább egyik eleme megváltoztatásra került
11. Javítás eredményessége: a módosítás javított, rontott vagy nem változtatott az eredményen

Bizonyos változóknál az adott szempont mentén nem értékelhető egy-egy tanuló feladatmegoldó viselkedése. Ilyen esetekben az elemzésből kihagytuk a tanulót, ezáltal csökkent a minta elemszáma. (Az eredmények bemutatásánál * jel utal az ilyen esetekre.)

A második adatelemzésbe a szemmozgásvizsgáló műszer által rögzített és a Tobii Studio szoftverrel kiszámolt szemmozgásadatok kerültek bevonásra. Az adatfelvételt követően az elemzésbe bevont tanulók videófelveleiből kivágtuk a feladat képernyőoldalára való belépés előtti és a képernyőoldal elhagyását követő részeket. Végül minden videó esetében definiáltuk a következő öt területet: 1) egész képernyőkép, 2) feladat instrukciója, 3) válaszadó terület (ábrák, vagyis a fiút ábrázoló rajzok, amelyekre rá lehet húzni a megoldásokat), 4) elemkészlet – nadrágok 5) elemkészlet – pólók. Az egyes területekre eső szemmozgásadatok számszerűsítésére három változót használtunk: összes fixációs idő, fixációk száma és visszatérések száma (total fixation duration, fixation count, visit count).

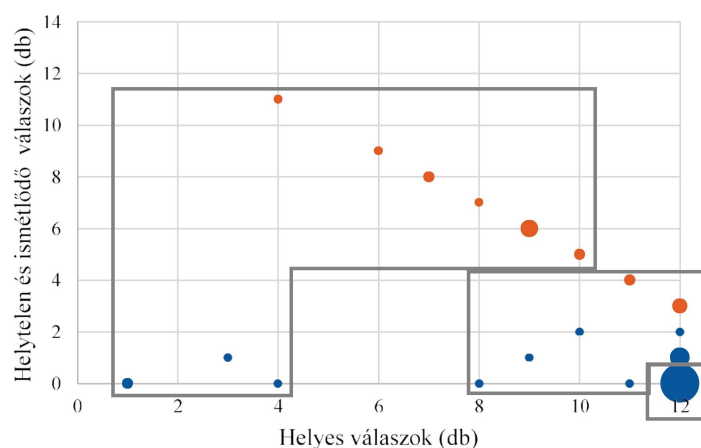
Az eredmények bemutatása során – mindkét adatelemzésnél – a feladatmegoldó viselkedés illusztrálására a tanulók teljesítménye és stratégia-

használata alapján képzett részmintákat alkalmazunk. Következtetéseinket gyakorisági táblázatok alapján fogalmazzuk meg, mivel a minta elemszáma nem teszi lehetővé statisztikai eljárások megbízható alkalmazását. A gyakorisági táblázatokon kívül a második adatelemzésnél egy-egy tipikus esethez kapcsolódóan vizualizációval (gaze opacity, gaze plot) támogatjuk az eredmények szemléltetését.

Eredmények

A vizsgálatba bevont tanulóknak ($N = 48$) a feladat az átlagosnál valamivel könnyebb volt (átlag = 68,58% p; szórás = 32,36% p), ami a stratégiák és a feladatmegoldás részleteinek vizsgálata szempontjából ideális. A szűkített minta ($N = 30$) esetében hasonlóan alakultak a teljesítmények (átlag = 71,02% p; szórás = 32,81% p).

A feladat feltételeinek megfelelő helyes válaszok, valamint a feladat feltételeinek nem megfelelő és a helyes, de ismétlődő válaszok tanulónkénti megoszlását mutatja a 2. ábra. A két változó értékei alapján három részmintára osztottuk a tanulókat (a részmintákat az ábrán keretezés jelöli). Az első részmintába kerültek azok a tanulók, akik csak néhány összeállítást adtak meg (az ábrán kékkel jelölt esetek) vagy az összes ábrán jelöltek valamilyen megoldást, amelyek fele vagy több mint fele ismétlődő összeállítás (ábrán narancssárgával jelöltek). A válaszok és a videók áttekintése alapján a részminta tagjai feltételezhetően nem törekedtek arra, hogy a feladat céljának megfelelően adják meg a megoldásaikat. A második részmintát alkotó tanulók egy részének (ábrán kékkel jelölt esetek) megoldásai között nulla, egy vagy két ismétlődő összeállítás szerepel, és legalább egy ábrát kitöltetlenül hagytak, míg másik részük (ábrán narancssárgával jelöltek) minden ábrán adott valamilyen megoldást. Az első csoportba eső tanulók vélhetően megértették a feladat instrukcióit, míg a második csoportban lévők figyelme kívül hagyták az instrukció azon részét, hogy több ábra van, mint ahány különböző megoldás. A harmadik részmintát a tökéletes megoldást nyújtó tanulók alkotják, akik a tizenkét egymástól különböző összeállítás megadása mellett a maradék három ábrán nem jelöltek megoldást.



2. ábra: A helyes, valamint a helytelen és ismétlődő megoldások tanulónkénti eloszlása, és a válaszok alapján képzett részminták (a körök mérete a tanulók számával arányos; a narancssárga az összes ábrát kitöltő tanulókat, a szürke keretek a részmintákat jelölik)

A teljesítményhatárok a három részmintában a következőképpen alakultak: az első részminta ($N = 16$) esetében 60% alatti, a másodikonál ($N = 17$) 60% feletti, de nem hibátlan, míg a harmadikonál ($N = 15$) 100% a tanulók teljesítménye. A további elemzések szempontjából kedvező, hogy a három részmintában közel azonos a tanulók száma.

Első adatelemzés: videóanalízis

English (1991, 1993) vizsgálataiból kiindulva, az általa meghatározott stratégiákkal összhangban, de annál finomabb skálán, 14 kategória mentén értékeltük a stratégiahasználatot. A teljesítmény alapján képzett részminták szerint összehasonlítva a stratégiahasználatot (1. táblázat) az látjuk, hogy a 60% alatt teljesítők csupán egyharmada sorolható értékelhető (nem 0.1 vagy 0.2), kevésbé összetett stratégiakategóriába. A középső teljesítménycsoportban a kezdetlegesebb stratégiák dominálnak, de előfordulnak fejlettebb stratégiákat használó tanulók is. Végül a tökéletes megoldást nyújtók esetében jellemzőbbek a fejlettebb stratégiák, azonban a kezdetleges stratégiák is jelen vannak.

SZEMKAMERÁS VIZSGÁLATOK A PEDAGÓGIAI KUTATÁSBAN

Stratégiaiák	Teljesítménycategóriák			Összes
	60% alatt	60% felett	100%	
0.1 véletlenszerű	9	-	-	9
0.2 csak különböző	2	-	-	2
1.1 próba-szerencse	-	4	-	4
2.1 kezdetleges ciklikus	3	5	2	10
2.2 kezdetleges odométer	-		1	1
2.3 kezdetleges vegyes	-	3	2	5
3.1 ciklikus összevissza	1	-	-	1
3.2 ciklikus kis hibával	1	-	-	1
3.3 ciklikus tökéletes	-	-	1	1
4.1 átmenet vegyes-odométer	-	-	1	1
4.2 átmenet ciklikus-odométer	-	3	2	5
5.1 odométer összevissza	-	-	-	0
5.2 odométer kis hibával	-	1	2	3
5.3 odométer tökéletes	-	1	4	5
Összesen	16	17	15	48

1. táblázat: Stratégiakategóriák eloszlása a teljesítmény alapján képzett részmintákban és a teljes mintában

A kitöltési mintázat következetességét (2. táblázat) nézve a leggyengébben teljesítő tanulók esetében a jellemző mintázattól való lényeges eltérés (vegyes) dominál, azonban a teljesen következetes és a jellemző mintázattól való minimális eltérés is megjelenik. Ezzel szemben a másik két részmintában ellentétes, de egymáshoz közel azonos eloszlást látunk: néhány kivétellel a tiszta és a jellemző mintázattól való minimális eltérés jellemzi a tanulókat.

Teljesítménycategóriák	Kitöltési mintázat következetessége (fő)			Összes*
	Tiszta	Minimális eltérés	Vegyes	
60% alatt	3	3	8	14
60% felett	8	6	3	17
100%	7	6	2	15
Összesen	18	15	13	46

2. táblázat: A kitöltési mintázatok következetességének eloszlása a teljesítmény alapján képzett részmintákban és a teljes mintában

A feladat képernyőoldalára való belépést követő első tevékenység eloszlását a 3. táblázat szemlélteti. Láthatjuk, hogy a két jobban teljesítő részminta tanulóira nagyobb arányban jellemző első lépésként a feladat instrukciójával való foglalkozás, míg a leggyengébben teljesítők többsége rögtön nekikezd a feladat megoldásának. A három részmintában közel egyenletes (egyharmad) azon tanulók aránya, akik a képernyőoldalra való belépést követően először áttekintik az oldalt, majd ezt követően kezdenek hozzá a szöveg olvasásának vagy a feladat megoldásának.

Teljesítménycategóriák	A feladatmegoldás első lépése (fő)			Összes
	Szöveg	Áttekintés	Pakolás	
60% alatt	3	5	8	16
60% felett	10	6	1	17
100%	8	5	2	15
Összesen	21	16	11	48

3. táblázat: Feladat képernyőoldalára való belépést követő első lépés eloszlása a teljesítmény alapján képzett részmintákban és a teljes mintában

A feladat instrukciójának elolvasásával kapcsolatban (4. táblázat) figyelemreméltó eredmény, hogy a kutatásban részt vevő tanulók csupán fele olvasta végig a szöveget, és 5 tanuló egyáltalán nem olvasta el azt. A 60% alatt teljesítők részmintájában közel azonos arányban vannak azok, akik – amikor először hozzákezdték a szöveghez – végigolvasták, részben elolvasták, illetve egyáltalán nem olvasták el azt. Ezzel szemben a 60% felett teljesítők között a szöveget végigolvasók vannak legnagyobb arányban, míg a tökéletes megoldás adó tanulók közel fele-fele arányban olvasták el teljesen, illetve részben a szöveget.

Teljesítménycategóriák	A feladat instrukciójának elolvasása (fő)				Összes*
	Végigolvas	Részben	Belepillant	Nem olvas	
60% alatt	5	5	1	4	15
60% felett	11	4	-	1	16
100%	8	7	-	-	15
Összesen	24	16	1	5	46

4. táblázat: Szöveg első nekifutásra való elolvasásának eloszlása a teljesítmény alapján képezett részmintákban és a teljes mintában

A következőkben a válaszadó terület (a már elkészített összeállítások) áttekintésével foglalkozunk a megoldások összeállítása közben (5. táblázat), valamint közvetlenül a feladat befejezése előtt (6. táblázat). A feladatvégzés során (5. táblázat) a folyamatos áttekintés (összeállítások folyamatos egymáshoz hasonlítása) a két jobban teljesítő részmintában a leggyakoribb. Minimális menet közbeni áttekintést azoknál a tanulóknál tapasztaltunk, akik egyértelműen nem törekedtek a különböző összeállítások létrehozására (2 fő), illetve akik következetes rendszer szerint (teljes odométer stratégia) hozták létre a megoldásaikat (3 fő).

Teljesítménykategóriák	Az összeállítások áttekintése feladatvégzés közben(fő)			Összes*
	Folyamatos	Közepes	Minimális	
60% alatt	2	9	2	13
60% felett	11	6	-	17
100%	8	4	3	15
Összesen	21	19	5	45

5. táblázat: Összeállítások áttekintése a feladatvégzés közben

Az összeállítások létrehozását követően (6. táblázat) a megoldások alapos áttekintése a 60% felett teljesítők részmintájában a leggyakoribb, ők azok, akik feltételezhetően törekedtek a feladat céljának elérésére (az összes lehetséges megoldás felsorolására), azonban a megoldások felsorolásában kevésbé jelent meg egy következetes rendszer. A leggyengébben teljesítők fele, míg a másik két minta tanulóinak közel egyharmada nem ellenőrizte (tekintette át) a megoldásait a feladatmegoldást követően. Utóbbi két esetben ez feltételezhetően összefügg azzal, hogy ezen tanulók következetes vagy részben következetes rendszer alapján hozták létre a megoldásaikat, így nem érezték szükségét az ellenőrzésnek.

Teljesítménykategóriák	Összeállítások áttekintése feladatvégzés után (fő)				Összes*
	Alapos	Átfutotta	Minimális	Nincs	
60% alatt	1	2	4	7	14
60% felett	11	-	1	5	17
100%	5	3	2	5	15
Összesen	17	5	7	17	46

6. táblázat: Összeállítások áttekintése a feladatvégzés befejezése után

A stratégiák hatékonyságáról való információgyűjtés érdekében a 100%-os teljesítményt nyújtók körében bemutatjuk a feladat végén megfigyelhető áttekintések alakulását stratégiák szerint (7. táblázat). Előzetes várakozásunkkal összhangban a kezdetlegesebb stratégiák esetében jellemzőbb a megoldások alapos áttekintése, míg a leghatékonyabb stratégiákat használóknál gyakoribb, hogy nem ellenőrzik a megoldásaikat.

Stratégiák	Összeállítások áttekintése (fő)				Összes*
	Alapos	Átfutotta	Minimális	Nincs	
2.1 kezdetleges ciklikus	2				2
2.2 kezdetleges odom.			1		1
2.3 kezdetleges vegyes	1			1	2
3.3 ciklikus tökéletes	1				1
4.1 átmenet vegyes-odom.		1			1
4.2 átmenet ciklikus-odom.		1		1	2
5.2 odométer kis hibával	1			1	2
5.3 odométer tökéletes		1	1	2	4
Összesen	5	3	2	5	15

7. táblázat: Összeállítások áttekintésének eloszlása stratégiakategóriák szerint a 100% teljesítményt elérők körében

Végül a válaszadó területre behúzott megoldások módosításának tényével és a módosítás eredményességével kapcsolatos eredményeket mutatjuk be. A tanulók közel negyven százalékánál fordult elő, hogy legalább egy, korábban már lerakott elemet kitörölt vagy módosított a feladatmegoldás során (8. táblázat). A két szélső teljesítménycategóriában közel azonos, kétharmad-egyharmad arányban vannak, akik nem módosítottak, illetve akik módosítottak a megoldásaikon. Ezzel szemben a középsőben azok vannak többségben, akik végrehajtottak valamilyen korrekciót a feladatmegoldás során.

Teljesítménycategóriák	Javítás (fő)		Összes*
	Nincs	Van	
60% alatt	11	3	14
60% felett	7	10	17
100%	10	5	15
Összesen	28	18	46

8. táblázat: Javítás(ok) tényének eloszlása a teljesítmény alapján képezett részmintákban és a teljes mintában

A módosítások eredményességét nézve a tökéletes megoldást nyújtók körében a változtatás szinte kivétel nélkül javított, míg a 60% alatt teljesítőknél minden esetben rontott vagy nem változtatott a korábbi állapothoz képest. A középső részmintában egyenletesebb eloszlás tapasztalható, de többségben vannak azok a tanulók, akiknél a módosítás eredményjavulást okozott.

Második adatelemzés: fixációs idők, fixációk száma és visszatérések száma

A továbbiakban a minta leírásánál említett szűkített mintára kiszámolt szemmozgásadatokat ismertetjük. Előre bocsátjuk, hogy az összes fixációs idővel kapcsolatban kevesebb adatot mutatunk, mint a fixációk számával kapcsolatban. Ennek oka, hogy jelen vizsgálat szempontjából lényegesebb, hogy hányszor fixáltak a tanulók az egyes területekre, mint az, hogy összesen mennyi ideig nézték azokat.

A feladat teljes képernyőképére (egész) az összes fixációs idő a tökéletes teljesítményt nyújtók körében a teljes minta átlaga körüli, míg a 60% alatt teljesítők az átlagnál kevesebb, a 60% felett teljesítők pedig több ideig nézték a feladatot (9. táblázat). A feladat instrukcióját tartalmazó részben hasonló tendencia tapasztalható a három részmintában. Itt érdemes megemlíteni, hogy szignifikáns kapcsolat ($r = 0,43$ és $p < 0,01$) mutatkozik a teljesítmény és a szöveg területére való összes fixációs idő között. (Ez az összefüggés a szövegre jutó fixációk száma kapcsán $r = 0,62$ és $p < 0,01$.) A 9. táblázatra visszatérve, a válaszadás szempontjából érdekes három területet nézve átlagosan a 60% felett teljesítők fixáltak legtöbb ideig ezekre a részekre. Az öltözőnek nevezett területet a leggyengébben teljesítők nagyságrendekkel kevesebb ideig nézték, mint társaik.

SZEMKAMERÁS VIZSGÁLATOK A PEDAGÓGIAI KUTATÁSBAN

Teljesítmény- kategóriák	N	Egész		Szöveg		Öltöző		Nadrág		Póló	
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
60% alatt	9	4,18	1,33	0,24	0,28	2,69	0,86	0,57	0,23	0,60	0,23
60% felett	10	5,99	2,21	0,59	0,42	3,83	1,60	0,64	0,28	0,87	0,24
100%	11	5,05	1,92	0,44	0,22	3,46	1,42	0,48	0,19	0,62	0,24
Összes	30	5,10	1,95	0,43	0,33	3,35	1,38	0,56	0,24	0,70	0,26

9. táblázat: Összes fixációs idő (perc) a teljesítmény alapján képzett részmintákban és a teljes mintában

Az előzőhöz többnyire hasonló tendenciát mutat az egyes területekre eső fixációk számának részmintánkénti alakulása (10. táblázat). Az instrukciós részt leszámítva a 60% felett teljesítők átlagosan kimagaslóan a legtöbbször fixáltak az egyes területekre. A középső részmintában a teljes képernyőkép-re, a szövegre és a válaszadó területre jutó átlagos fixációk száma lényegesen kevesebb a tökéletes megoldást adó tanulókénál, míg az elemkészletet tartalmazó két terület (nadrág és póló) esetében közel azonos átlagokat láthatunk. A fixációk számának területenkénti átlagos megoszlását (százalékban) nézve azt tapasztaljuk, hogy a feladat instrukciójára arányaiban a legalacsonyabban teljesítők fixáltak a legkevesebbszer, és a tökéletes megoldást nyújtók a legtöbbször.

Teljesítmény- kategóriák	N	Egész		Szöveg		Öltöző		Nadrág		Póló	
		Átlag	Szórás	Átlag	%	Átlag	%	Átlag	%	Átlag	%
60% alatt	9	430,6	178,2	23,9	5,9	257,2	58,7	56,7	13,9	83,2	19,2
60% felett	10	724,3	349,1	62,9	9,6	454,2	60,1	71,6	10,2	125,1	18,5
100%	11	544,6	256,0	59,5	11,7	335,7	59,6	55,2	10,5	87,1	16,8
Összes	30	570,3	289,3	49,9	9,3	351,7	59,5	61,1	11,4	98,6	18,1

10. táblázat: Fixációk száma (db) a teljesítmény alapján képzett részmintákban és a teljes mintában

A fixációk számának átlagos alakulását az eltérő stratégiákat használók körében (az első kettő, a kezdetleges és a leghatékonyabb stratégiák kategóriáinak összevonásával képzett három részminta esetében) a 11. táblázat mutatja. Az első részminta tanulói, akik feltételezhetően nem értették meg a feladat célját, átlagosan közel feleannyiszor fixáltak a feladat instrukcióját tartalmazó részre, mint a másik két minta tanulói. A szöveg esetében a fixációk számának százalékos eloszlását nézve a leghatékonyabb, odométer stratégiákat használók fixáltak legtöbbször a területre. A többi részre (egész, öltöző, nadrág, póló) a középső, kezdetleges stratégiahasználatú jellemzett részminta esetében kiugróan magasabb értékek mutatkoznak, míg a két szélső részminta esetében közel hasonlóan alakul a területekre eső fixációk száma. A válaszadó területre (öltöző) arányaiban a kezdetleges stratégiát használók fixáltak a legtöbb alkalommal.

Stratégiák	N	Egész		Szöveg		Öltöző		Nadrág		Póló	
		Átlag	Szórás	Átlag	%	Átlag	%	Átlag	%	Átlag	%
0.1-2 nem értette	7	419,6	171,2	26,7	6,9	248,4	57,7	55,3	14,1	78,6	18,7
2.1-3 kezdetleges	7	661,7	304,3	55,9	8,5	427,9	63,3	64,9	10,3	103,0	16,2
5.1-3 odométer	7	453,6	129,8	56,7	13,0	251,9	55,2	53,6	11,7	85,3	18,7

11. táblázat: Fixációk száma (db) a stratégiakategóriák alapján képzett részmintákban

A következőkben az egyes területekre való visszatérések számát mutatjuk be a teljesítmény (12. táblázat) és a stratégiák alapján (13. táblázat) képzett részmintákban. Ahogy a 12. táblázatban látható, a feladat instrukciójára (szöveg) átlagosan 5-6 alkalommal tértek vissza a tanulók, míg a válaszadó területre (öltöző) és az elemkészletet tartalmazó területekre (nadrág és póló) értelemszerűen ennél jóval több átlagos visszatérés jellemző. A 60% alatt teljesítők átlagosan kevesebb alkalommal tértek vissza a feladat instrukciójára, mint a jobb teljesítményt nyújtó részminták tanulói. Az összeállítások létrehozásához elengedhetetlen területekre, a válaszadó részre és az elemeket tartalmazó két területre átlagosan a 60% felett teljesítők tértek vissza legtöbbször. A két szélső részminta eredményei közel azonos, az előbbinél kevesebb visszatérést mutatnak.

SZEMKAMERÁS VIZSGÁLATOK A PEDAGÓGIAI KUTATÁSBAN

Teljesítmény- kategóriák	N	Szöveg		Öltöző		Nadrág		Póló	
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
60% alatt	9	4,4	3,2	62,6	23,3	37,3	13,3	41,1	18,4
60% felett	10	6,0	2,9	83,3	27,1	48,1	19,7	62,8	21,2
100%	11	6,1	5,1	69,5	25,3	38,0	14,1	47,4	17,2
Összes	30	5,6	3,9	72,0	25,9	41,2	16,2	50,6	20,5

12. táblázat: Visszatérés az egyes területekre (alkalom) a teljesítmény alapján képzett részmintákban és a teljes mintában

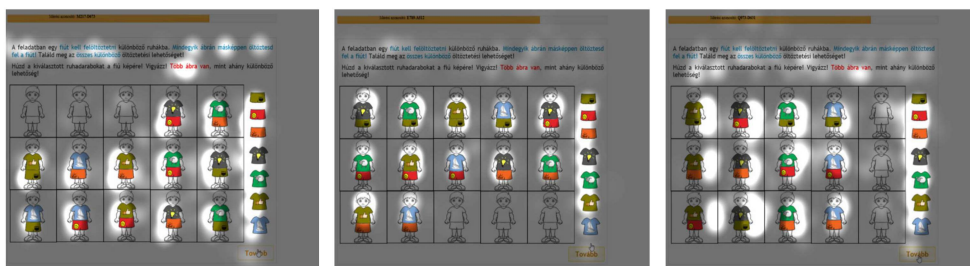
A stratégiák alapján képzett részmintákban (13. táblázat) a feladat instrukciójára való átlagos visszatérésben kis különbségek tapasztalhatók, legfőképpen a kezdetleges stratégiákat használók, míg legkevesebbet a feladatot feltételezhetően nem megértő tanulók tértek vissza a területre. Ezzel azonos sorrendben alakul a további három területre való visszatérés is, azonban nem minden esetben azonosak a különbségek egymáshoz képest. A válaszadó és a pólókat tartalmazó területek esetében a kezdetleges stratégiákat használók jobban elkülönülnek az odométer stratégiákat használóktól, míg a nadrágokat tartalmazó terület esetében alig tapasztalható különbség a három részmintában.

Stratégiák	N	Szöveg		Öltöző		Nadrág		Póló	
		Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás	Átlag	Szórás
0.1-2 nem értette	7	4,7	3,6	58,4	17,2	36,3	10,4	37,6	15,2
2.1-3 kezdetleges	7	5,9	2,7	75,9	23,2	39,6	16,0	52,0	19,1
5.1-3 odométer	7	5,1	3,9	62,1	19,8	38,1	14,7	46,1	20,4

13. táblázat: Visszatérés az egyes területekre (alkalom) a stratégiakategóriák alapján képzett részmintákban

A továbbiakban a mintázatokban, a stratégiákban és a megoldások jóságában mutatkozó különbségek szemléltetésére hozunk három-három tipikus feladatmegoldáshoz tartozó adatot. A felrakási mintázatok szerinti különbségek szemléltetésére három 100%-os teljesítményt elérő tanuló adatait mutatjuk (3. ábra), akik odométer stratégiával (5.2 és 5.3) hozták létre a megoldásaikat. (Az 1. és a 3. tanuló a pólókat tartotta fixen, és azokhoz váltogatva a nadrágokat, a 2. tanuló pedig a nadrágokhoz kereste a pólókat.) A három tanuló eltérő kitöltési mintázattal hozta létre a megoldásait. Míg az 1. eset-

ben az ábrák kitöltésében nem volt felfedezhető egyértelmű rendszer, addig a 2. tanuló balról jobbra soronként, a 3. pedig fentről lefelé (balról jobbra haladva) oszloponként húzta be az ábrákba a válaszait. A legszembetűnőbb különbség a válaszadó területre (öltöző) eső fixációk számában tapasztalható (14. táblázat). Az említett területre a megoldásokat az írásiránynak megfelelő sorrendben megadó tanuló (2.) esetében a legkevesebb a fixációk száma, míg az ábrákat látszólag irányultság nélkül kitöltő tanuló (1.) esetében a legtöbb, közel duplája az előbbinek. Ezzel szemben az egyes területekre való visszatérések számában kisebb változatosság mutatkozik, jelentősebb eltérés a 2. tanulónál látható, aki kevesebbszer tért vissza a válaszadó területre és az elemkészlet nadrágokat tartalmazó részére.



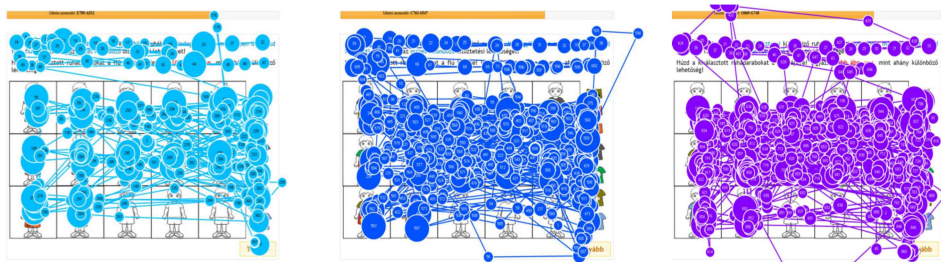
1. ábra: Fixációk időtartama odométer stratégiával tökéletes megoldást nyújtó, a megoldásokat eltérő mintázat szerint megadó tanulók esetében

Tanuló	Mintázat	Fixációk száma (db)			Visszatérés (alkalom)		
		Öltöző	Nadrág	Póló	Öltöző	Nadrág	Póló
1.	Összevissza	351 (70%)	53 (11%)	61 (12%)	51	33	30
2.	Balról jobbra	163 (53%)	31 (10%)	64 (21%)	41	22	31
3.	Fentről le	220 (57%)	43 (11%)	51 (13%)	50	31	31

14. táblázat: Fixációk és visszatérések száma odométer stratégiával tökéletes megoldást nyújtó, a megoldásokat eltérő mintázat szerint megadó tanulók esetében

A következőkben három, 100%-os teljesítményt nyújtó tanuló adatait mutatjuk, akik mindhárman jobbról balra, soronként adták meg a megoldásaikat következetes kitöltési mintázattal, azonban stratégiahasználatukban különböznek egymástól (5.3 odométer tökéletes, 3.3 ciklikus tökéletes, 2.1

kezdetleges ciklikus). A gaze-plot elemzések (4. ábra) alapján is látható, amit a számszerű adatok (15. táblázat) megerősítenek, hogy a legfejlettebb stratégiát használó 1. tanulónál a legkevesebb a válaszadó területre eső fixációk száma, míg a fejletlenebb stratégiák felé haladva sorra közel duplázódik az érték az előzőhöz képest. A területekre eső visszatérések számában a legösszetettebb stratégiát használó tanuló adatai kiugróan alacsonyabbak két társához képest.



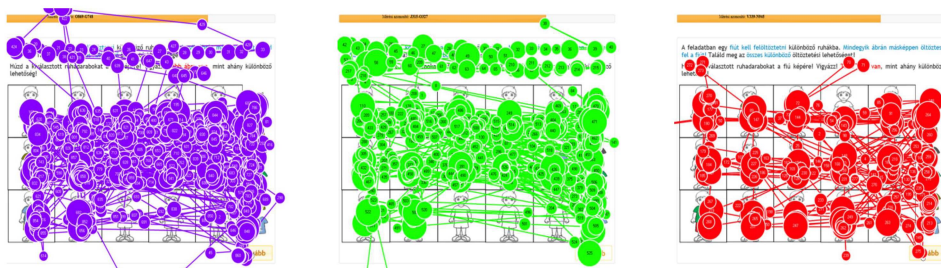
2. ábra: Gaze-plot elemzés tökéletes megoldást eltérő stratégiával elérő tanulók esetében

Tanuló	Stratégia	Fixációk száma (db)			Visszatérés (alkalom)		
		Öltöző	Nadrág	Póló	Öltöző	Nadrág	Póló
1.	5.3 odométer	163 (53%)	31 (10%)	64 (21%)	41	22	31
2.	3.3 ciklikus	378 (62%)	71 (12%)	92 (15%)	81	56	51
3.	2.1 kezdetleges	640 (75%)	62 (7%)	102 (12%)	89	40	56

15. táblázat: Fixációk és visszatérések száma tökéletes megoldást eltérő stratégiával elérő tanulók esetében

Végül olyan eseteket ismertetünk, ahol az azonos stratégiahasználat (2.1 kezdetleges ciklikus) eltérő eredményekhez vezetett, így a három kiválasztott tanuló a teljesítmény alapján képzett három részmintába tartozik. Az ábrákon is jól látszik (5. ábra), hogy a teljesítmény csökkenésével csökken a fixációk száma (16. táblázat). Az 1. tanuló, aki megtalálta az összes lehetséges megoldást, több mint 3,5-szer annyit fixált az öltöző területére, mint a 3. tanuló, aki lényegesen gyengébb eredményt ért el a feladaton. A különbségek a válaszadó területre és az elemkészletekre való visszatérési alkalmak

számában is megmutatkoznak, melyek aránya közel kétszeres az említett két tanuló esetében.



3. ábra: Gaze-plot elemzés azon stratégiával eltérő teljesítményt nyújtó tanulók esetében

Tanuló	Teljesítmény (%)	Fixációk száma (db)			Visszatérés (alkalom)		
		Öltöző	Nadrág	Póló	Öltöző	Nadrág	Póló
1.	100	640 (75%)	62 (7%)	102 (12%)	89	40	56
2.	69	284 (54%)	53 (10%)	107 (20%)	63	33	49
3.	38	178 (64%)	36 (13%)	54 (20%)	45	22	32

16. táblázat: Fixációk és visszatérések száma azon stratégiával eltérő teljesítményt nyújtó tanulók esetében

Összegzés

Kutatásunkban a kombinatív stratégiákat és a feladatmegoldó viselkedést vizsgáltuk egy felsoroló kombinatív probléma megoldása során 3. évfolyamos tanulók körében. Az adatokat kétféle módszerrel elemeztük. Egyrészt videóelemzés során előzetesen kialakított szempontok mentén értékeltük a tanulók feladatmegoldó viselkedését, másrészt a feladat képernyőképének meghatározott területeire eső szemmozgásadatokkal dolgoztunk. Következtéseinket gyakorisági táblázatok alapján fogalmaztunk meg, melyek álta-

lában a teljesítmény alapján képzett három részminta (60% alatti, 60% feletti és 100%-os teljesítmény) szerinti bontásban mutatták a változók értékeit.

A két adatelemzés eredményeit a „Kutatás célja, kutatási kérdések és feltételezések” című fejezetben megfogalmazott kutatási kérdések sorrendjében mutattuk be. Mivel vizsgálatunk feltáró jellegű, sok szempont mentén elemeztük a tanulók feladatmegoldó viselkedését, így az eredmények összegzése során csupán a hipotézisek értékelésére, valamint a feladat instrukciójával kapcsolatos figyelemreméltó eredményekre tértünk ki. Az English (1991) által meghatározott stratégiákból kiindulva 14 stratégiát azonosítottunk, amelyek egy kivétellel megjelentek a vizsgált tanulók körében. Bár nem azonos arányban fordultak elő az egyes stratégiák, változatos stratégiahasználat jellemzi a vizsgálatban résztvevőket (H1 igazolódott). A megoldások megadása során (mintázat) az egyes szempontok esetében eltérő változatosságot tapasztaltunk, azonban egy olyan szempont sem volt, amely szerint az összes tanuló ugyanolyan módon töltötte volna ki az ábrákat (H2 igazolódott). Legnagyobb változatosságot a jobbról vagy balról való ábrakitöltés mutatta. Ezen eredmények megerősítik, hogy a feladat értékelése során látható sorrend nem minden esetben azonos azzal, ahogyan a tanulók létrehozták az összeállításokat. Ezért a Csapó (1988, 2003) által javasolt módszer, miszerint a tanulók által megadott megoldások kódolása után, a számsor alapján értékeljük a felsorolás rendszerét, csak abban az esetben javasolható, ha sikerül a kitöltés szerinti időrendbe rendezni az összeállításokat. A videóelemzések azt mutatták, hogy a tökéletes megoldást nyújtók esetében valóban gyakoribb a következetesebb stratégiák használata, azokban kezdetleges stratégiák használata mellett is születtek 100%-os megoldások (H3 részben igazolódott). A feladat végén, a tökéletes megoldást nyújtók közül a kezdetlegesebb stratégiákat használók alaposabban ellenőrzik a megoldásaikat, míg a fejlettebb stratégiákat használókra – vélhetően a következetes felsorolás miatt – kevésbé jellemző az alapos áttekintés. Ezzel összhangban a válaszadó területre jutó fixációk száma magasabb volt a jobb teljesítményt kevésbé fejlett stratégiával elérő tanulók esetében, míg alacsonyabb volt a hasonló eredményhez párosuló hatékonyabb stratégiahasználat mellett. (H4 és H5 igazolódott.)

Az ismertett eredmények alátámasztják English (1991) azon vélekedését, miszerint a legfejlettebb stratégiák használata tekinthető a leghatékonyabb megoldási útnak. A hatékony stratégiákat használókhoz hasonlóan kevesebbszer tekintették át a megoldásaikat és kevesebbet fixáltak a válaszadó területre a leggyengébben teljesítő tanulók (H6 igazolódott). Vélhetően azért, mert esetükben nem cél az összes lehetséges megoldás megtalálása,

és a „tetszés szerinti” ábrakitöltéshez nem volt szükség alapos áttekintésre. Végül kiemeljük, hogy a tökéletes és a 60% feletti megoldást elérő tanulók esetében jellemzőbb, hogy az instrukció elolvasásával kezdik a feladatot, és nagyobb arányban tekintik végig a feladat szövegét. Ezzel szemben a leggyengébben teljesítők fele a szöveg elolvasása nélkül kezd neki a feladatnak, és csak egyharmaduk nézi teljesen végig az instrukciót.

Kutatásunk jelentősége, hogy hazánkban elsőként vizsgálja a tanulók feladatmegoldó viselkedését gondolkodási képességgel kapcsolatos feladat esetében. Ezen felül kiemeljük, hogy a pedagógia területére fókuszáló szemmozgásvizsgálatok többsége jóval kisebb mintaelemszámmal dolgozik, így a közel ötvenfős mintát figyelemre méltónak tartjuk. Ennek ellenére, kismintás vizsgálat lévén, általános következtetések nem vonhatók le az eredményekből, azonban néhány érdekes és hasznos megállapításra érdemes odafigyelni. A vizsgálat az előkészítő szerepét tökéletesen ellátta, az eredményeket a kutatásunk további fázisában hasznosítani tudjuk. Emellett a bemutatott eredmények hozzájárulnak a tanulók gondolkodásmódjának, feladatmegoldó viselkedésének megismeréséhez, valamint alapul szolgálhatnak a gondolkodási stratégiák és a feladatmegoldási folyamatok fejlesztéséhez, ezáltal a tanítási-tanulási folyamat hatékonyabbá tételéhez.

A tanulmány elkészítését a Magyar Tudományos Akadémia
Tantárgypedagógiai Kutatási Programja támogatta.

Irodalom

- Abramovich, S. & Pieper, A. (1996): Fostering recursive thinking in combinatorics through the use of manipulatives and computing technology. *Mathematics Educator*, 7(1), 4–12.
- Adey, Philip és Csapó Benő (2012): A természettudományos gondolkodásfejlesztése és értékelése. In: Csapó Benő és Szabó Gábor (szerk.): *Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez*. (pp. 17–58). Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Batanero, C., Godino J. D. & Navarro-Pelayo, V. (1997): Combinatorial reasoning and its assessment. In: Gal, I. & Garfield, J. B. (eds.): *The Assessment Challenge in Statistics Education*. (pp. 239–252). IOS Press.
- Csapó Benő (1988): *A kombinatív képesség struktúrája és fejlődése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Csapó Benő (2001): A kombinatív képesség fejlődésének elemzése országos reprezentatív felmérés alapján. *Magyar Pedagógia*, 101(4), 511–530.

- Csapó Benő (2003): *A képességek fejlődése és iskolai fejlesztése*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Csapó Benő és Pásztor Attila (2015): A kombinatív képesség fejlődésének mérése online tesztekkel. In: Csapó Benő és Zsolnai Anikó (szerk.): *Online diagnosztikus mérések az iskola kezdő szakaszában*. (pp. 367–386). Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, Budapest.
- Csíkó Csaba (2018): *Tanítói kézikönyv*. Eszterházy Károly Egyetem, Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, Budapest.
- Csíkó Csaba, Józsa Krisztián, Lajos Józsefné, Sztányi Judit és Zsinkó Erzsébet (2015): A matematikai gondolkodás diagnosztikus értékelése. In: Csapó Benő, Csíkó Csaba és Molnár Gyöngyvér (szerk.): *A matematikai tudás online diagnosztikus értékelésének tartalmi keretei*. (pp. 29–104). Oktatókutatató és Fejlesztő Intézet, Budapest.
- DeTemple, D. & Webb, W. (2014): *Combinatorial reasoning. An introduction to the art of counting*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- English, L. D. (1991): Young children's combinatoric strategies. *Educational Studies in Mathematics*, 22(5), 451–474. DOI: 10.1007/BF00367908
- English, L. D. (1993): Children's strategies for solving two- and three-dimensional combinatorial problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 24(3), 255–273. DOI: 10.2307/749347
- Fishbein, E. & Grosman, A. (1997): Schemata and intuitions in combinatorial reasoning. *Educational Studies in Mathematics*, 34, 27–47. DOI: 10.1023/A:1002914202652
- Hadar, N. & Hadass R. (1981): The road to solving a combinatorial problem is strewn with pitfalls. *Educational Studies in Mathematics*, 12(4), 435–443. DOI: 10.1007/BF00308141
- Hajdúné Holló Katalin (2004): Az elemi kombinatív képesség fejlődésének kritériumorientált diagnosztikus feltárása 4–8 évesek körében. *Magyar Pedagógia*, 104(3), 263–292.
- Halani, A. (2012): Students' ways of thinking about enumerative combinatorics solution sets: the odometer category. In: Brown, S., Larsen, S., Marrongelle, K. & Oehrtman M. (eds.): *Proceedings of the 15th Annual Conference on Research in Undergraduate Mathematics Education*, 2012. 02. 23. – 2012. 02. 25., Portland, Oregon. (pp. 59–68).
- Inhelder, B. és Piaget, J. (1967): *A gyermek logikájától az ifjú logikájáig*. Akadémiai Kiadó, Budapest.
- Kapur, J. N. (1970): Combinatorial analysis and school mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 3(1), 111–127. DOI: 10.1007/BF00381598
- Kosztolányi, J., Pintér, K., Bagota, M. & Gábor Dancs, G. (2016): How do students solve combinatorial problems? – Some results of a research about difficulties and strategies of Hungarian students. In: Csíkó, Cs., Rausch, A. & Sztányi, J. (eds.): *Proceedings of the 40th conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education: PME40*. (pp. 115–122). International Group for the Psychology of Mathematics Education, Szeged.
- Lockwood, E. (2013): A model of students' combinatorial thinking. *The Journal of Mathematical Behavior*, 32(2), 251–265. DOI: 10.1016/j.jmathb.2013.02.008
- Melusova, J. és Vidermanova, K. (2015): Upper-secondary Students' Strategies for Solving Combinatorial Problems. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 197, 1703–1709. DOI: 10.1016/j.sbspro.2015.07.223
- Molnár Gyöngyvér (2015): A képességmérés dilemmái: a diagnosztikus mérések (eDia) szerepe és helye a magyar közoktatásban. *Génius Műhely Kiadványok*, 2, 16–29.
- Molnár Gyöngyvér és Csapó Benő (2013): Az eDia online diagnosztikus mérési rendszer. In: Józsa Krisztián és Fejes József Balázs (szerk.): *PÉK 2013. XI. Pedagógiai Értékelési Konferencia: CEA 2013*. (p. 82.) SZTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola, Szeged

- Mwamwenda, T. S. (1999): Undergraduate and graduate students' combinatorial reasoning and formal operations. *Journal of Genetic Psychology*, 160(4), 503–505. DOI: 10.1080/00221329909595563
- Nagy József (2000): *XXI. század és nevelés*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Nagy József (2004): Az elemi kombinatív képesség kialakulásának kritériumorientált diagnosztikus feltárása. *Iskolakultúra*, 14(8), 3–20.
- Pap-Szigeti Róbert (2009): *Kritériumorientált képességfejlesztés tantárgyi tartalmakkal az 5. évfolyamon*. PhD-értekezés, Szeged.
- Piaget, J. (1970): *Válogatott tanulmányok*. Gondolat Kiadó, Budapest.
- Piaget, J. (1997): *Az értelem pszichológiája*. Kairos Kiadó, Győr.
- Piaget, J. és Inhelder, B. (2004): *Gyermeleléktan*. Osiris Kiadó, Budapest.
- Poddiakov, A. (2011): Didactic objects for development of young children's combinatorial experimentation and causal-experimental thought. *International Journal of Early Years Education*, 19(1), 65–78.
- Simon Tünde, Steklács János és Kárpáti Andrea (2014): A vizuáliskommunikáció – képességelemek vizsgálata szemmozgáselemzés módszerével. In: Korom Erzsébet és Pásztor Attila (szerk.): *PÉK 2014. XII. Pedagógiai Értékelési Konferencia. Program – Előadás-összefoglalók*. (p. 165). SZTE BTK Neveléstudományi Doktori Iskola, Szeged.
- Szabó Zsófia Gabriella, Korom Erzsébet és Pásztor Attila (2015): A kombinatív képesség rövid távú fejleszthetősége 3. évfolyamon természettudományos kontextusban. *Magyar Pedagógia*. 115(4), 383–401.
- Szitányi, J. & Csíkos, Cs. (2015): Performance and strategy use in combinatorial reasoning among pre-service elementary teachers. In: Beswick, K., Muir, T. és Wells, J. (eds.): *Proceedings of the 39th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. (pp. 4225–4232). International Group for the Psychology of Mathematics Education, Hobart.
- Vígh-Kiss Erika Rozália (2015): A szorzási stratégiák vizsgálata negyedik osztályos tanulók körében a szemmozgás-elemzés módszerével. In: Buzás Zuzsa, Devosa Iván, Steklács János és Maródi Ágnes (szerk.): *Nemzetközi Szemmozgáskutatás Konferencia: International Conference on Eye Movements 2015*. (pp. 5–6). Kecskeméti Főiskola Tanítóképző Főiskolai Kar, Kecskemét.
- Vígh-Kiss Erika, Csíkos Csaba és Steklács János (2013): *Negyedikes tanulók adaptív készséghasználatának vizsgálata a szemmozgás-elemzés módszerével*. In: Bárdos Jenő, Kis-Tóth Lajos és Racsko Réka (szerk.): *XIII. Országos Neveléstudományi Konferencia: Változó életformák – Régi és új tanulási környezetek*. Absztraktkötet. (p. 71). Líceum Kiadó, Eger.
- Zentai Gabriella, Hajduné Holló Katalin és Józsa Krisztián (2018): Új mérőeszközök a gondolkodás vizsgálatára 4–8 éves korban. In: Endrődy-Nagy Orsolya és Fehérvári Anikó (szerk.): *HERA Évkönyv 2017: Innováció, kutatás, pedagógusok*. (pp. 175–189). Magyar Nevelés- és Oktatókutatók Egyesülete, Budapest.